

RFID와 BPM 간 런타임 통합을 위한 상호운용 구축방안

안형진* 김광훈**

◆ 목 차 ◆

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. 서론 | 4. 상호운용 리소스 모델 정의 |
| 2. 관련 연구 | 5. 상호운용 메커니즘 설계 |
| 3. RFID·BPM 상호운용 구축 고려사항 | 6. 결론 및 향후 연구과제 |

1. 서론

RFID는 RF 태그가 부착된 아이템들에 대한 자동화 식별 및 데이터 획득을 지원하는 기술이다[1,2]. 현재 RFID 기술의 적용은 물류, 유통 등의 공급망 관련 분야뿐만 아니라 의료, 금융, 교통, 보안 등의 다양한 분야에서 상용화 또는 시범 사업 형태로 진행되고 있다 [3]. RFID는 기존에 기업이 비즈니스를 수행하거나 의사결정을 진행하는데 필요한 정보들에 대한 획득에 소요되던 시간과 비용을 크게 절감시키는 이점을 제공한다[3,4].

실제적인 산업적 표준을 주도하는 단체인 EPCglobal[5]에서는 RFID 서비스 환경을 구축하는 리소스 표준 아키텍처인 EPCglobal Architectural Framework [5]을 제시하고 있다. EPCglobal 아키텍처는 태그의 로우 데이터를 가리키는 EPC[6] 코드와 태그 아이템에 대한 실제 정보를 가리키는 EPCIS[7,8] 데이터의 처리 흐름을 고려한 상호 연관관계를 표현하며, EPC의 Best-effort한 전송을 지원하는 것에 초점을 두고 있다. EPC에 대한 저장 관리 및 활용은 비즈니스 서비스를 실제 제공하는 응용 계층의 전사적 솔루션들이 담당한다[9]. 현재 RFID를 도입하고 있는 여러 기업 및 조직들이 이용하는 태그 데이터 및 시스템의 종류, 제공되는 서비스 형태 및 운영 환경들은 개별적 또는 환

경적 특성에 따라 다르다. 본 논문에서는 RFID 서비스 환경을 구축하는데 이용되는 다양한 요소들의 기반 아키텍처들 중 EPCglobal 아키텍처에 초점을 맞추어 기술해나간다.

EPCglobal 아키텍처 기반의 시스템들은 태그에 대한 캡처 이벤트로부터 발생하는 EPC들의 저장 및 활용에 초점을 맞추고 있으며, 대량의 EPC들을 저장 및 관리하기 위하여 데이터베이스 또는 데이터 웨어하우스 등과 같은 저장소 관리 기술을 이용하고 있다. 이러한 메커니즘을 바탕으로 제작된 RFID 전사적 응용들은 RFID 시스템과 연결 관계에 있는 저장소 시스템이 제공하는 질의 처리 오퍼레이션들에 의존한 서비스들을 제공한다. 데이터 중심적 메커니즘 기반 RFID 시스템들은 태그 아이템으로부터 캡처한 데이터를 저장 관리하는 시점과 기업의 응용들이 비즈니스 프로세스 운영을 위해 해당 데이터를 사용하는 시점이 서로 분리되어 있기 때문에 실질적인 실시간 RFID 서비스 운영을 실현하기 어렵다. RFID가 단순 데이터 수집 이상의 전사적 이벤트 개체로서의 역할을 수행하기 위해서는 데이터 중심적 관점에서의 접근뿐만 아니라 이벤트 관점에서 기업의 비즈니스 프로세스들을 실시간으로 처리할 수 있도록 하는 연계 방안이 필요하다.

본 논문에서는 RFID 태그를 아이템에 대한 정보와 상응하는 코드 데이터일 뿐만 아니라, 비즈니스 프로세스 레벨에서의 전사적 이벤트를 발생시키는 근원지 역할 개체로 정의하며, 태그 아이템의 실제 서비스가

* 경기대학교 컴퓨터과학과 박사과정

** 경기대학교 컴퓨터과학과 조교수, 부교수

되는 비즈니스 프로세스에 대한 수행 관리를 지원하기 위하여 비즈니스 프로세스 관리(BPM)[10,11] 기술을 이용한다. 이러한 개념들을 바탕으로 RFID 시스템과 기업의 비즈니스 프로세스들에 대한 자동화 처리 및 응용 인프라 통합 기능을 제공하는 비즈니스 프로세스 관리 시스템(BPMS)[12] 간의 실시간 런타임 상호운용을 위한 처리 메커니즘을 제안하고자 한다.

2. 관련 연구

Samuel Fosso Wamba[13], Yang Dayu[14] 등은 RFID를 이용한 공급망 자동화 관리 시스템을 구현하기 위한 방안으로 역할 기반의 공급망 프로세스를 설계하고 있다. 프로세스를 구성하는 각각의 단위 역할들 간의 전이는 RFID와 데이터 웨어하우스의 연계를 통해 이루어진다. 해당 프로세스 내의 공급자 룰(Role)에서 최초 데이터 수집 이벤트가 발생하면 다음의 태스크 처리 룰에 위치하는 데이터 웨어하우스에 태그 데이터가 적재된다. 각각의 룰에는 전송 태그 데이터에 대한 수신을 감지하는 이벤트 핸들러가 존재한다. 이벤트 핸들러는 수신한 태그 데이터에 대한 트리거를 다음 순서의 룰에게 전송하며, 동일한 원리를 바탕으로 최종 룰 목적지까지 프로세스가 진행된다.

Ygal Bendavid[15] 역시 RFID가 기본적으로 지향하는 AIDC(Automatic Identification and Data Capture)[16,17] 개념을 자동화하는 연구를 수행하였다. Ygal의 연구에서는 공급망 관련 시나리오를 제시하고, 시나리오 내에 설계된 공급망 프로세스 내의 단위 태스크들 간의 RFID 태그 데이터의 전송을 공유 데이터베이스 개념을 이용하여 처리하고 있다. 프로세스의 구성 태스크들은 태스크들 간의 공유 저장소 내에 존재하는 태그 데이터들을 획득하기 위해 에이전트를 이용한 지속적인 쿼리 전송을 수행한다.

Christoff[18]는 RFID 디바이스 계층과 기업의 전사적 응용 계층 간의 유연한 연계를 위하여 Auto-ID[19,20] 노드 개념을 제안하고 있다. Auto-ID 노드는 디바이스 컨트롤 계층과 백-엔드 기업 정보 시스템들 간의 상호작용 처리에 메시지 처리 기술을 이용한다. RFID 리더에 의해 수집된 태그 데이터는 디바이스 컨

트롤러에 의해 데이터 수집에 대한 메시지를 구성하며, 이 메시지는 Auto-ID 노드에 전달된다. Auto-ID 노드는 수신한 메시지를 해석하여 트리거 목적지에 위치하는 저장소 관리자로 재구성된 트리거를 전송한다.

이러한 연구들의 공통점은 데이터 웨어하우스 또는 대용량 데이터베이스 시스템과 같은 저장소 관리 기술이 전사적 응용 계층을 연결하는 브리지 계층에 위치한다는 것이다. 데이터 중심의 절차적 트리거 전송 메커니즘은 고정적 형태의 공급망 관리 환경에서는 유용하나, 복잡한 업무 절차를 가지거나 다양한 변화가 발생하는 유동적인 비즈니스 프로세스들이 처리되어야 하는 실시간 기업 환경에서는 적합하지 못한 방법이다.

3. RFID · BPM 상호운용 구축 고려사항

기존의 RFID 서비스의 구축은 대용량 데이터베이스, 데이터 웨어하우스, 비즈니스 인텔리전스 등과 같은 저장소 기술과의 연결에 중심을 두고 있다. 즉, RFID 서비스 측으로부터 전송된 데이터가 저장되는 시점과 기업의 레거시 시스템이 비즈니스 프로세스의 운영을 위해 해당 데이터를 사용하는 시점이 완전히 분리되어 있음을 의미한다. 따라서, RFID와 BPM 기술을 접목하여 실시간 비즈니스 프로세스 자동화 환경을 구축하기 위해서는 두 서비스들 사이의 분리된 부분을 이어주는 상호운용이 필요하다. 본 논문에서는 RFID와 BPM 서비스들의 유연하고 강건한 상호운용 구축을 위해 다음의 사항들을 고려하여 상호운용 메커니즘을 설계하고자 한다.

첫째는 플랫폼 독립적인 상호운용이 가능해야 한다. RFID와 BPM 각각의 서비스 영역에 위치하는 임의의 시스템들 간의 요청 및 응답 메커니즘은 일반적으로 기반 플랫폼과 언어적 솔루션에 의존한다. 이기종의 RFID와 BPM 간 상호운용이 가능하기 위해서는 시스템 종속적인 호출 메커니즘을 지양하는 플랫폼 독립적인 일반화된 호출 메커니즘이 필요하다.

둘째는 비동기적인 메시지 송수신이 가능해야 한다. 다수의 RFID와 BPM 시스템들의 상호 간 통신이 동기적 형태로 이루어지게 될 경우, 시스템 간 커플링

관계가 형성되어 시스템의 전반적인 성능을 저하시킬 수 있다. 동기적인 오퍼레이션 호출 형태의 통신을 지양하는 메시지 기반의 비동기적 호출을 이용하여 상호 간에 커플링 발생을 방지할 수 있어야 한다.

셋째는 리소스들의 효율적인 관리를 고려해야 한다. RFID와 BPM 서비스 상호운용의 초기화 시점은 RFID 시스템이 BPM 시스템 측으로 비즈니스 프로세스의 시작에 대한 이벤트 트리거를 전송하는 때이다. 여기서 주목해야 할 사실은 RFID가 지속적인 단방향 이벤트를 발생시키는 개체라는 점이다. BPM 시스템이 RFID 측으로부터 지속적으로 전송되는 프로세스 시작 요청 메시지를 수신할 때마다 맵핑하는 비즈니스 프로세스 인스턴스를 생성한다면, 불필요한 인스턴스들의 생성으로 인해 리소스 과부하 현상을 야기시킬 수 있다. 또한, 동일한 RFID 서비스 도메인에 존재하는 태그 아이템들이 공통의 절차적 업무 처리 프로세스를 공유하는 경우, 다수의 RFID 시스템들의 빈번한 워크케이스 생성 요청이 BPM 시스템 측과 연결된 네트워크 채널의 트래픽 양을 급증시키는 현상이 발생할 수 있다. 트래픽의 급증 현상으로 인한 리소스의 과부하 문제를 해결하기 위해서는 RFID의 지속적인 트리거 전송을 억제시킬 수 있는 방안이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 RFID와 BPM 간 상호운용 메커니즘에 대한 설계는 앞서 나열한 세 가지 사항들을 반영한다.

4. 상호운용 리소스 모델 정의

단방향의 Best-effort 전송의 특징을 지니는 RFID 도메인과 특정 이벤트 개입에 의해 비즈니스 프로세스를 수행하는 BPM 도메인 간의 상호운용을 지원하는 리소스 환경은 다음과 같이 정의한다.

Definition 1. RFID · BPM 상호운용 도메인

RFID와 BPM의 독립적인 이질적 도메인 간 서비스 상호운용을 지원하는 전체 도메인을 D 라 할 때, D 는 다음과 같이 정의한다.

$$D = (R, B)$$

양 측의 상호운용을 지원하는 전체 도메인 D 는 RFID 수행 서비스 도메인 R 과 BPM 수행 서비스 도메인 B 로 구성되며, 각 도메인에 배치된 리소스들 간의 내외부적인 상호작용을 바탕으로 서비스 상호운용이 이루어진다.

Definition 2. RFID 수행 서비스 도메인

RFID 수행 서비스 도메인 R 의 리소스 구성은 다음과 같다.

$$R = (T, M, P, A, L, O)$$

- T : 개별 아이템에 부착된 태그에 대한 EPC 코드들의 집합을 나타낸다. 하나의 태그가 가지는 EPC 코드를 t 라 할 때, t 는 $\forall t \in T \forall T \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다. 즉, 일반적인 RFID 단위 서비스가 시작하기 위해서는 R 내에는 단위 태그 t 가 반드시 하나 이상 존재해야 한다.
- M : 오브젝트 맵핑 정의 리소스 집합 M 은 사물에 부착된 태그의 EPC 코드 t 와 실제 서비스를 제공하게 될 비즈니스 프로세스 간의 연결 관계에 대한 맵핑 정의 기능을 제공한다. 단위 오브젝트 맵핑 정의 리소스 m 는 $\forall m \in M \forall M \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다. 즉, 오브젝트 맵핑 관계에 대한 모델링을 제공하는 리소스 m 는 반드시 하나 이상 R 내에 존재해야 한다.
- P : M 내의 임의의 m 에 의해 모델링된 오브젝트 맵핑 레코드를 p 라 할 때, 다수의 p 로 구성된 오브젝트 맵핑 레코드 집합 P 은 다음과 같이 정의한다.

$$\forall p \in P \forall P \neq \emptyset, \text{ where}$$

$$p = (td, ia_i, ba_j, sa_i, bo_i, ro_i, bi_i, cs_j, tm_i, cc_j), i=1, 0 \leq j \leq l$$

단위 레코드 p 를 구성하는 10개의 데이터들에 대한 정의는 다음과 같다.

- td : RFID 태그의 로우 데이터

- ia : t 의 실제 아이템 정보를 제공하는 서비스 개체의 물리적 주소
- ba : t 와 맵핑하는 비즈니스 프로세스 정의가 위치한 주소 또는 키 값
- sa : ba 를 관리하는 저장소인 패키지의 주소 또는 키 값
- bo : BPM 측 이벤트 처리를 담당하는 읍저버의 주소 또는 키 값
- ro : RFID 측 이벤트 처리를 담당하는 읍저버의 주소 또는 키 값
- bi : t 와 맵핑 관계에 있는 ba 에 대한 인스턴스 리소스의 주소 또는 키 값
- cs : bi 의 현재 상태값이 기록되며, 상태값의 종류는 *Inactive*, *Active*, *Suspended*, *Completed* 및 *Aborted*로 구성된다.
- tm : RFID 측의 비즈니스 프로세스에 대한 인스턴스 생성 요청 이후의 태그 t 의 센싱 모드에 대한 제어 속성값을 나타낸다. 속성값의 종류는 *Continuous*, *Close* 및 *Cyclic*이다.
- cc : RFID 시스템으로부터의 비즈니스 프로세스 인스턴스 생성 요청에 대한 이벤트 발생 주기를 나타내는 속성이다. tm 의 속성값이 *Cyclic*일 경우에만 할당이 가능하다. 그 이외의 경우에는 기본값이 0이며, 주기의 시간 단위는 ms이다.

• A : T 에 대한 센싱을 지원하는 디바이스 개체인 RFID 리더들의 집합을 나타낸다. 하나의 단위 리더를 a 라 할 때, a 는 $\forall a \in A \ \forall A \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다. 임의의 단위 태그 t 는 A 내의 RFID 리더 a 들에 의해 트래킹되며, 단위 리더 a 는 $\exists t \in T$ 에 대한 센싱을 지원한다. 이러한 T 와 A 의 관계는 다음과 같이 정의한다.

$$TXA = \{ (t, a) \mid t_i \in T \wedge a_j \in A \mid (i>0, j>0) \\ dr(t, a) > 0$$

dr 은 태그의 EPC와 리더 간의 감지 유효 거리를 구하는 오퍼레이션이며, 결과값이 0이 아닌 양수일 때 위 정의가 성립된다.

• L : A 로부터 트래킹된 T 에 대하여 수집 및 정제하는 역할을 담당하는 미들웨어 집합을 나타낸다. 단위 RFID 미들웨어 l 는 $\forall l \in L \ \forall L \neq \emptyset$ 의 조건을 만족해야 하며, A 와 L 간의 관계에 대한 정의는 다음과 같다.

$$AXL = \{ (a, l) \mid a_i \in A \wedge l_j \in L \mid (i>0, j>0) \\ \text{if } (a_i, l_j) \in AXL, \text{ then } a_i \xrightarrow{m_k} l_j (k>0) \\ dm(a, l) > 0$$

A 와 L 은 N:N의 상호 연결 관계가 존재하며, 임의의 리더 a 는 트래킹한 t 를 목적지인 l 에게 단방향으로 전송한다. t 를 수신한 l 는 해당 t 의 코드 패턴에 따른 정제 과정을 통해 EPC 데이터를 추출한 후 자신의 최종 트리거 목적지로 전송한다. 이와 같은 정의가 가능하기 위해서는 a 이 전송하는 t 에 대한 l 의 수신 유효 거리를 구하는 오퍼레이션 dm 의 결과값이 0이 아닌 양수를 만족해야 한다.

• O : 단위 RFID 읍저버 리소스는 BPM 도메인에 배치된 시스템들과의 상호운용 관련 이벤트에 대한 처리 및 전송을 담당한다. 단위 RFID 읍저버 리소스를 o 라 할 때, 다수의 RFID 읍저버들의 집합 O 은 $\forall o \in O \ \forall O \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다. 단위 RFID 서비스 도메인 내에 다수의 RFID 읍저버 리소스 o 들이 존재하는 것이 가능하다. o 는 맵핑 관계에 있는 임의의 단위 BPM 읍저버 리소스와 이벤트 기반의 서비스 상호운용을 수행한다.

Definition 3. BPM 수행 서비스 도메인

BPM 수행 서비스 도메인 B 의 리소스 구성은 다음과 같다.

$$B = (S, C, N, E)$$

• S : RFID 수행 서비스 도메인 R 에 배치되어 있는 RFID 읍저버 집합 O 과 상호운용 관련 이벤트들의 처리를 담당하는 BPM 읍저버 리

소스 집합을 나타낸다. 임의의 단위 BPM 읍저버 s 는 $\forall s \in S \forall S \neq \emptyset$ 를 만족해야 하며, 상호운용 수행에 주체 리소스 집합들인 O 와 S 간의 관계에 대한 정의는 다음과 같다.

$$OXS = \{ (o, s) \mid o_i \in A \wedge s_j \in L \mid (i>0, j>0) \\ \text{if } (o_i, s_j) \in OXS, \text{ then } o_i \xrightarrow{m_k} s_j (k>0) \}$$

임의의 o 와 s 간에는 메시지 송수신에 의한 상호 연관 관계가 존재한다. 사전에 오브젝트 맵핑 정의 리소스 m 에 의해 정의된 도메인 연계를 바탕으로 상호 간 서비스 요청 및 응답을 수행한다.

- C : BPM 서비스 도메인 내에 위치하는 오브젝트 맵핑 레코드 집합을 C 라 할 때, 임의의 RFID 읍저버 o 로부터 전송된 맵핑 레코드 c 는 BPM 읍저버 s 에 의하여 C 에 적재된다. 다수의 c 로 구성된 C 는 $\forall c \in C \forall C \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다.
- N : BPM 엔진은 RFID 서비스 도메인 R 에 위치한 오브젝트에 부착된 EPC 코드 t 에 맵핑하는 비즈니스 프로세스 정의를 실제 수행시키는 역할을 담당하는 리소스이다. 단위 엔진 리소스를 n 라 할 때, 다수의 n 로 구성된 N 는 $\forall n \in N \forall N \neq \emptyset$ 를 만족해야 한다.
- E : 임의의 BPM 엔진 리소스 n 는 엔진 내부의 처리 절차에 따라 전송된 EPC 코드 t 에 맵핑하는 단위 비즈니스 프로세스 인스턴스 e 를 수행한다. n 은 다수의 e 를 제어 관리하는 것이 가능하다. 다수의 e 는 임의의 BPM 엔진 n 에 의해 생성 및 관리되며, n 이 런타임 구동 시일지라도 R 측으로부터 어떠한 이벤트도 전송되지 않을 경우, e 는 존재하지 않을 수 있다.

Definition 4. 리소스 간 메시지 전송

동종 또는 서로 다른 도메인에 배치되어 있는 리소스들 중 서비스에 대한 요청 이벤트를 발생시키는 리소스를 Ra 라 하고, 해당 서비스에 대한 처리를 담당

하게 될 리소스를 Rb 라 할 경우, 근원지 리소스 Ra 로부터 목적지 리소스 Rb 에 대한 메시지 전송은 다음과 같다.

$$Ra \xrightarrow{m} Rb: \\ m[op][[(type, name, value)_n]] \quad (n \geq 0) \\ \text{if } (type \neq \text{Primitive Type}), \text{ then } RR(type_i, type_j) \neq \emptyset \\ (i>0, j>0, i \neq j)$$

근원지 리소스 Ra 는 요청 이벤트를 발생시키며, 목적지 리소스 Rb 가 서비스 수행을 위해 필요한 오퍼레이션 및 해당 파라미터들을 기록한 메시지 m 을 전달한다. 전송 메시지 m 의 첫 번째 파라미터 op 는 오퍼레이션을 나타내며, 두 번째 파라미터는 n 개의 파라미터를 나타낸다. 만약 메시지 m 의 임의의 n 번째 파라미터 내의 데이터 타입이 기본형 타입이 아닌 레코드 타입 형태의 데이터라면, 나열된 파라미터들 중 특정 파라미터들 간에 연결 관계 RR 이 형성되어 레코드 구조의 파라미터를 나타내는 것이 가능하다.

5. 상호운용 메커니즘 설계

5.1 상호운용 초기화 전제조건

RFID와 BPM 간 상호운용 환경이 구성되기 위해서는 다음의 전제조건들을 반드시 만족해야 한다.

Preliminary 1. RFID·BPM 상호운용에 관여하는 모든 리소스들은 상호운용 서비스 도메인 내에서 반드시 런타임 상태로 존재해야 한다.

Preliminary 2. $m \xrightarrow{omrecordMsg} P, (P \neq \emptyset)$

임의의 오브젝트 맵핑 정의 리소스 m 를 통해 맵핑 레코드 $omrecordMsg$ 가 맵핑 레코드 리스트 P 에 정의되며, P 는 반드시 하나 이상의 맵핑 레코드 p 가 존재해야 한다.

5.2. RFID · BPM 상호운용 수립 메커니즘

RFID와 BPM 도메인 간 런타임 상호운용을 지원하기 위한 단위 비즈니스 서비스 트랜잭션의 수립 절차는 다음과 같다.

Step 1. $t \xrightarrow{epc} A$

사물에 부착되어 있는 임의의 태그 t 는 리더 집합 A 에 의해 감지된다.

Step 2. $a \xrightarrow{epc} L$

A 에 존재하는 임의의 단위 리더 a 는 수집한 EPC 코드 epc 를 연결 가능한 RFID 미들웨어 집합 L 에게 전송한다.

Step 3. $l \xrightarrow{epc} o$

RFID 미들웨어 집합 L 내에 존재하는 임의의 RFID 미들웨어 l 는 a 로부터 트래킹한 epc 를 수집 및 정제하여 최종 트리거 목적지인 RFID 읍저버 o 로 전송한다.

Step 4. $o \xrightarrow{transMsg} P$:

$transMsg[getMappingValue][String,epc,epcValue]$

특정 RFID 읍저버 o 는 오브젝트 맵핑 레코드 집합 P 로부터 a 가 전송한 epc 에 상응하는 맵핑 레코드 데이터 p 를 얻어내기 위해 서비스를 요청한다.

Step 5. $o \xleftarrow{omrecordMsg} P$:

$omrecordMsg[null][OMR,omrecord,recordValue]$

o 는 P 가 제공하는 서비스 오퍼레이션 $getMappingValue$ 를 통해 획득한 맵핑 레코드 데이터 $omrecord$ 를 수신한다.

Step 6. $if (omrecordMsg.transactionMode == Close) \{$

$o \xrightarrow{closeMsg} l$:

$closeMsg[excludeEPCCollection][String,epc,epcValue]$

$\}$

$else \ if(omrecordMsg.transactionMode == Cyclic) \{$

$o \xrightarrow{cyclicMsg} l$:

$cyclicMsg[reconfigEventCycle][Integer,cycle,cycleValue]$

$\}$

$else \{$

$No \ Msg$

$\}$

RFID 읍저버 o 는 획득한 레코드 $omrecord$ 내의 속성 $transactionMode$ 의 값에 의해 수행 분기를 결정한다. 즉, $transactionMode$ 의 값이 $Close$ 일 경우에 o 는 l 에게 해당 epc 를 저장하고 있는 태그의 수집을 중지시키는 메시지를 보낸다. $transactionMode$ 의 값이 $Cyclic$ 일 경우에는 o 는 획득한 $omrecord$ 내에 설정된 $cycle$ 속성의 값에 따라 l 에게 epc 에 일치하는 태그를 주기적으로 수집하도록 하는 메시지를 전송한다. $transactionMode$ 의 값이 $Continuous$ 일 경우에는 l 는 어떠한 처리도 하지 않는다.

Step 7. $o \xrightarrow{omrecordMsg'} s$

6번의 수행이 완료되는 즉시, o 는 $omrecord$ 에 기록된 BPM 읍저버 s 의 물리적 위치 속성값을 통해 맵핑 레코드 $omrecord$ 를 메시지화하여 s 측으로 전송한다.

Step 8. $s \xrightarrow{omrecordMsg'} C$

o 의 최종 트리거 목적지인 s 는 BPM 도메인 내에 위치하는 레코드 저장소 C 에 수신 메시지 $omrecordMsg'$ 를 추출하여 레코드의 데이터들을 저장한다.

Step 9. $s \xrightarrow{createPIMsg} n$

8번의 수행과 동시에 $omrecordMsg'$ 내에 설정된 특정 BPM 엔진 n 의 위치 속성값으로부터 서비스 트랜잭션의 소스인 epc 에 맵핑하는 실제 비즈니스 프로세스 정의에 대한 인스턴스를 생성 및 구동하도록 요청한다.

RFID와 BPM 간 상호운용 도메인에서의 단위 서비스 트랜잭션 초기화는 Step 1에서 9까지의 절차를 수행함으로써 수립된다. 실제의 상호운용 도메인에서는 다수의 RFID 태그 트래킹으로부터 생성되는 이벤트들에 의한 대량의 비즈니스 프로세스 인스턴스들이 발생하는 것이 가능하다. 본 논문에서 제안하는 상호운용 수립 절차 메커니즘은 복잡도가 높은 대량의 이벤

트 기반 비즈니스 프로세스들에 대한 무결성을 보장하는 트랜잭션 처리에 초점을 두고 있다.

5.3. RFID · BPM 상호운용 종료 메커니즘

RFID와 BPM 도메인 내에 임의의 단위 비즈니스 서비스 트랜잭션을 해제하기 위한 상호운용 종료 처리 절차는 다음과 같다.

Step 1. $n \xrightarrow{\text{completePIMsg}} s$

BPM 엔진 n 는 연결 관계에 있는 BPM 옵저버 s 에게 수행 중이던 비즈니스 프로세스 인스턴스가 완료되었음을 통보한다.

Step 2. $s \xrightarrow{\text{requestMappingValueMsg}} C$

BPM 옵저버 s 는 n 으로부터 수신한 프로세스 인스턴스의 키 값을 이용하여 레코드 저장소 C 에 대한 오퍼레이션 질의를 통해 맵핑 레코드를 획득한다.

Step 3. $s \xleftarrow{\text{responseMappingValueMsg}} C$

저장소 C 는 질의 처리에 대한 특정 결과 레코드 데이터를 s 측으로 전송한다.

Step 4. $s \xrightarrow{\text{omrecordMsg}} o$

BPM 옵저버 s 는 완료된 비즈니스 프로세스 인스턴스에 대한 맵핑 레코드가 랩핑된 메시지 $omrecordMsg$ 내의 EPC코드 epc 와 일치하는 태그에 대한 수집을 재가동시키기 위하여 RFID 서비스 도메인 측의 옵저버 o 에게 오퍼레이션 질의를 요청한다. s 에서 o 에 대한 특정 물리적 위치 정보 파악은 $omrecordMsg$ 내에 존재하는 RFID 옵저버 ro 의 속성에 설정된 값을 통해 가능하다.

Step 5. $o \xrightarrow{\text{recollectMsg}} l$

RFID 옵저버 o 는 단계 4에서의 수신 메시지 $omrecordMsg$ 로부터 추출한 EPC코드 epc 에 맵핑하는 태그의 수집을 재개하도록 연계된 특정 미들웨어 l 에게 이벤트를 전송한다. l 은 o 로부터 전송된 메시지 $recollectMsg$ 를 수신한 후, l 은 상호운용 초기화 과정에서 $transactionMode$ 속성값의 상태에 따라 태그 재수집

여부를 결정한다.

Step 6. $o \xrightarrow{\text{completeACKMsg}} s$

마지막으로, RFID와 BPM 도메인 간의 단위 서비스 트랜잭션은 RFID 옵저버 o 가 이벤트 송수신 채널로 연결되어 있는 BPM 측 옵저버 s 에게 최종 완료 메시지 $completeACKMsg$ 를 전송함으로써 종료된다.

RFID와 BPM 간 상호운용 도메인에서의 단위 서비스 트랜잭션에 대한 종료는 Step 1에서 6까지의 절차 수행을 통해 완료된다. 본 논문에서의 상호운용 종료 처리 메커니즘에 대한 설계는 앞서 4.2에서의 상호운용을 위한 단위 서비스 트랜잭션의 초기화 수립 메커니즘과 마찬가지로 EPC코드와 비즈니스 프로세스 오브젝트 간의 무결성을 보장하는 트랜잭션 처리에 초점을 두고 있다.

6. 결론 및 향후 연구과제

EPCglobal에서 제안하는 EPCglobal Architectural Framework 기반의 RFID 시스템들은 태그들의 캡처에 의해 발생하는 대량의 EPC들에 대해 데이터베이스 또는 데이터 웨어하우스 등과 같은 저장소 기술과 연동함으로써 데이터 중심적인 질의 처리 서비스를 제공하고 있다. 이러한 데이터 중심적 메커니즘을 기반으로 한 RFID 시스템은 아이টে에 부착된 태그로부터 캡처한 데이터를 저장 및 관리하는 시점과 기업의 응용 서비스들이 비즈니스 프로세스 운영을 위해 해당 데이터를 사용하는 시점이 서로 분리되어 있기 때문에 실시간 비즈니스 운영을 실현하기 어렵다는 단점을 가진다.

본 논문에서는 태그 데이터의 저장 관리 기술을 중심으로 단위 태스크 및 데이터 중심적 흐름을 가진 비즈니스 서비스에 중점을 두었던 기존 RFID 시스템의 한계를 극복하기 위하여, RFID와 기업의 비즈니스 프로세스들에 대한 자동화 처리 및 응용 인프라 통합 기능을 제공하는 BPM 기술과의 실시간 서비스 통합 환경 구축을 고려한 상호운용 처리 메커니즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 상호운용 메커니즘을 구성하기 위해 임의의 트리거 목적지에 대하여 단방향의 Best-effort한 EPC 전송을 하는 RFID 도메인과 특

정 이벤트 개입에 의해 비즈니스 프로세스를 수행하는 BPM 도메인들 각각의 특징들을 고려한 상호운용 리소스 모델을 정의하였으며, 정의된 모델을 바탕으로 두 도메인 간 상호운용 관계 수립 절차 및 종료 처리 메커니즘을 설계하였다.

본 논문에서의 상호운용은 기존의 RFID 시스템과 전사적 응용 간의 상호운용 메커니즘의 개선을 통한 실시간 통합을 BPM 기술을 이용한 추상적인 상위 런타임 통합 부분에 초점을 두고 있기 때문에, 제안 메커니즘에 대한 시스템 레벨에서의 통합 프레임워크에 대한 연구가 필요하다. 향후에는 제안 메커니즘에 대한 XML 기반 메시지 프로토콜을 정의하고, 해당 프로토콜을 구현하기 위하여 비동기 웹 서비스 기반 시스템 상호운용을 구축하고자 한다. 또한, RFID와 BPM 시스템의 런타임 상호운용 서비스를 처리하는 중 발생하는 다수의 예외 상황들을 처리하기 위한 연구가 필요하다.

본 논문에서 제안하는 RFID와 BPM 간 상호운용 메커니즘은 데이터 중심적 서비스의 활용에 국한되어 오던 RFID 시스템의 활용 범위를 확장하는 효과를 제공하며, 실시간 이벤트 발생의 특징을 지니는 RFID를 진정한 실시간 경영 시스템 구축에 반영할 수 있는 토대를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Ron Weinstein, *RFID: a technical overview and its application to the enterprise*, IEEE IT Professional Volume 7, pp27 - 33, May-June 2005
- [2] US Dept. of Commerce, *Radio Frequency Identification - Opportunities and Challenges in Implementation*, April 2005
- [3] Jeong-Hyun Park, Jong-Heung Park, *Postal RFID Application Model and Performance*, ETRI Journal, vol.28, no.3, pp405-408, June 2006
- [4] Peter Harrop, Raghu Das, *RFID Forecasts, Players and Opportunities, 2005 to 2015*, IDTechEx, 2005
- [5] Ken, T., Greg, A., Henri, B., Leo, B., John, G., Bernie, H., Bryan, R., Sanjay, S., Johannes, S., Chuck, S., Roger, S., KK suen, *The EPCglobal Network Architecture*, , July 2005
- [6] EPCglobal, *EPCglobal Tag Data Standards Specification (TDS) Version 1.3*, <http://www.epcglobalinc.org/>, August 2006
- [7] EPCglobal, *EPC Information Services Specification (EPCIS) Version 1.0*, <http://www.epcglobalinc.org/>, April 2007
- [8] EPCglobal, *Object Naming Service (ONS) Specification Version 1.0*, <http://www.epcglobalinc.org/>, Oct 2005
- [9] EPCglobal, *The Application Level Events Specification (ALE), Version 1.0*, <http://www.epcglobalinc.org/>, Sep 2005
- [10] Van der Aalst, W.M.P., Desel, J., Oberweis, A. (ed.), *Business Process Management : Models, Techniques, and Empirical Studies*, LNCS Springer vol.1806, 2000
- [11] Ellis, C and Kim, K. *A Framework and Taxonomy for Workflow Architectures*, The Proceedings of ACM GROUP2000: the Fourth International Conference on Design for Cooperative Systems, 2000
- [12] Nam-Hong Yim, Sung-Kyu Choi, *B2B e-commerce and enterprise integration: Strategic decision making support model on RTE approach from the BPM*, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 113, pp400-407, 2005
- [13] Samuel Fosso Wamba, Louis A. Lefebvre, Elisabeth Lefebvre, *Enabling intelligent B-to-B eCommerce supply chain management using RFID and the EPC network: a case study in the retail industry*, ACM International Conference Proceeding Series Vol. 156, 2006
- [14] Yang Dayu, Zou Peng, *Event Driven RFID Reader for Warehouse Management*, Proceedings of the Sixth International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT'05), IEEE Computer Society, 2005

- [15] Ygal Bendavid, Samuel Fosso Wamba, Louis A. Lefebvre, *Proof of concept of an RFID-enabled supply chain in a B2B e-commerce environment*, ACM International Conference Proceeding Series Vol. 156, ICEC'06, August 14.16, 2006
- [16] Swartz J, *Changing retail trends, new technologies, and the supply chain*, Technology in Society 22, pp123-132, 2000
- [17] ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4, *Information technology AIDC techniques - RFID for item management Part 3: - Parameters for air interface communications at 13.56 MHz*, Version N681R., 2004
- [18] Christof Bornhovd, Tao Lin, Stephan Haller, Joachim Schaper, *Integrating Automatic Data Acquisition with Business Processes Experiences with SAP's Auto-ID Infrastructure*, Proceedings of the 30th VLDB Conference, Toronto, Canada, 2004
- [19] Indranil Bose, Raktim Pal, *Auto-ID: managing anything, anywhere, anytime in the supply chain*, Communications of the ACM, Vol 48, pp100-106, 2005
- [20] Chappell, G., Durdan, D., Gilbert, G., Ginsburg, L., Smith, J., and Tobolski, J. *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*, Working paper.
www.autoidlabs.org/whitepapers/ACN-AUTOID-BC-04.pdf

● 저 자 소 개 ●



안 형 진

2004년 경기대학교 컴퓨터과학과 졸업 (이학사)
 2006년 경기대학교 컴퓨터과학과 졸업 (이학석사)
 2006년~ 경기대학교 컴퓨터과학과 박사과정
 관심분야 : BPM, 워크플로우, 유비쿼터스 기술, 미들웨어 기술, 시스템 소프트웨어



김 광 훈

1984년 경기대학교 전자계산학과 (이학사)
 1986년 중앙대학교 전자계산학과 (이학석사)
 1994년 University of Colorado at Boulder, Computer Science, MS
 1998년 University of Colorado at Boulder, Computer Science, Ph.D
 1986년 2월~1991년 9월 한국전자통신연구원
 1993년 5월~1994년 8월 American Educational Products, Inc., Professional DB Consultant
 1994년 9월~1995년 8월 Colorado Advanced Software Institute, Research Assistant
 1995년 9월~1997년 2월 Aztek Engineering, Inc., Software Engineer
 1998년 3월~현재 경기대학교 컴퓨터과학과 조교수, 부교수
 관심분야 : BPM, 워크플로우, 유비쿼터스 기술, 그룹웨어, 컴퓨터 네트워크, 데이터베이스